



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 16 577 T2** 2004.06.03

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 924 083 B1**

(51) Int Cl.⁷: **B41J 2/175**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 16 577.2**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 310 378.9**

(96) Europäischer Anmeldetag: **17.12.1998**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **23.06.1999**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **23.07.2003**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **03.06.2004**

(30) Unionspriorität:

996013 22.12.1997 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:

**Hewlett-Packard Co. (n.d.Ges.d.Staates
Delaware), Palo Alto, Calif., US**

(72) Erfinder:

**Zuber, Marilyn Louise, Shedd, US; Michael,
Donald L., Monmouth, US; Chavez, Susan A.,
Corvallis, US; Herald, Nancy Leigh, Corvallis, US;
Helterline, Brian L., Salem, US**

(74) Vertreter:

**Schoppe, Zimmermann, Stöckeler & Zinkler, 82049
Pullach**

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Erkennung des Druckkassettenlebensablaufes für einen Thermo-
tintenstrahldrucker**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Diese Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Drucker. Insbesondere bezieht sich diese Erfindung auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Erfassen des Endes der Lebensdauer einer Druckkassette für einen thermischen Tintenstrahldrucker.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Thermische Tintenstrahldrucker erleben einen großen kommerziellen Erfolg, seit sie in den frühen 80iger Jahren erfunden wurden. Heutige thermische Tintenstrahldrucker ermöglichen Benutzern Druckfähigkeiten mit hoher Geschwindigkeit, zusammen mit einer Farbproduktion mit beinahe photographischer Qualität, und dies alles für einen sehr geringen Preis. Diese Attribute haben dazu geführt, daß ein qualitativ hochwertiger Tintenstrahldrucker ein wesentlicher Bestandteil eines Heim- oder Büro-Rechensystems ist.

[0003] In der jüngsten Zeit haben Benutzer herausgefunden, daß der thermische Tintenstrahldrucker nicht nur zum Drucken von Text und Zahlen von Textverarbeitungsprogrammen und Tabellen verwendet werden kann, sondern auch zum Drucken von Bildern verwendet werden kann, die sie vom Internet heruntergeladen haben, oder sogar zum Drucken ihrer eigenen Photographien von Bildern, die sie mit ihrer Digitalkamera aufgenommen haben. Außerdem sind Benutzer nun in der Lage, ihre eigenen personalisierten Kataloge, Jahresberichte, Zeitungen und Zeitschriften zu drucken – alles unter Verwendung ihres Tintenstrahldruckers in der komfortablen und praktischen Umgebung ihres Heims oder ihres Büros.

[0004] Dieser Anstieg der Materialmenge, die durch einen Drucker gedruckt wird, hat in der Druckerindustrie zu einem Trend zu nachfüllbaren Drucksystemen geführt. Ein Beispiel eines nachfüllbaren Drucksystems ist ein „Außerachsen-“ Drucksystem, bei dem die Zufuhr von Tinte in der Druckkassette über einen anderen Tintenvorrat nachgefüllt wird, der typischerweise entfernt zu der Druckkassette positioniert ist, aber über eine Röhrenverbindung oder dergleichen verbunden ist. Solche nachfüllbaren Drucksysteme ermöglichen es, daß die Druckkassette für eine längere Zeitperiode verwendet wird als es herkömmlicherweise in der Vergangenheit der Fall war, wo die Druckkassette typischerweise weggeworfen wurde, nachdem der Tintenvorrat aufgebraucht war.

[0005] Obwohl solche nachfüllbaren Drucksysteme zu geringeren Gesamtdruckkosten für den Benutzer führen können, haben solche Systeme neue Probleme mit sich gebracht, die, wenn sie nicht adressiert werden, sogar zu einem großen Maß an Unannehmlichkeiten und zusätzlichen Kosten für den Benutzer führen können. Ein solches Problem ist, daß die Druckkassette des Tintenstrahldruckers das Ende ihrer nutzbaren Lebensdauer erreichen kann, und wäh-

rend einer kritischen Druckoperation nicht mehr in der Lage ist, ordnungsgemäß zu drucken. Obwohl diesem Ausfall eine verschlechterte Druckqualität vorausgehen kann, kann es sein, daß der Benutzer dies überhaupt nicht merkt, oder zumindest nicht, bis die Druckkassette nicht mehr in der Lage ist, zuverlässig zu drucken, und es zu spät ist, hinauszugehen und eine Ersatzdruckkassette zu kaufen. Selbstverständlich erscheinen diese Ausfälle nur im schlimmstmöglichen Moment aufzutreten, normalerweise an dem Tag, an dem eine wichtige Frist fällig ist oder eine große Präsentation ansteht.

[0006] Bei austauschbaren Tintenstrahldrucksystemen kann die Lebensdauer der Druckkassette durch die Ansammlung von Luft in dem Standrohr der Kassette begrenzt werden. Während sich Luft sammelt, verringert sich die thermische Effizienz des Druckkopfs. Um die Druckqualität sicherzustellen, können Tintenstrahldruckköpfe thermische Erfassungswiderstände umfassen, um die Druckkopftemperatur zu überwachen. Diese Erfassungswiderstände können auch verwendet werden, um einige Druckkopfausfälle zu erfassen, und um zu erfassen, daß der Druckkopf keinen Tintenvorrat empfängt (US 5,699,090 und EP 0744296).

[0007] Obwohl einige Versuche durchgeführt wurden, um einen Benutzer zu benachrichtigen, daß dem austauschbaren Tintenvorrat die Tinte ausgeht, lösen diese Versuche das Problem nicht, das durch einen Druckkassettenausfall bewirkt wird, unabhängig von der Menge an verfügbarer Tinte, da ein Drucker mit einer Druckkassette an dem Ende ihrer nutzbaren Lebensdauer nicht ordnungsgemäß drucken wird, oder überhaupt nicht drucken wird, selbst wenn es einen angemessenen Tintenvorrat gibt.

Zusammenfassung der Erfindung

[0008] Die vorliegende Erfindung liefert ein Verfahren zum Erfassen des Endes der nutzbaren Lebensdauer einer Druckkassette, die einen Druckkopf aufweist, wobei die Druckkassette in einem nachfüllbaren Drucksystem verwendet wird, und die nutzbare Lebensdauer der Druckkassette unabhängig von der Menge verfügbarer Tinte in dem Drucksystem für den Druckkopf ist, wobei die Druckkassette in dem nachfüllbaren Drucksystem installiert ist, wobei ein Tintenvorrat in der Druckkassette über einen anderen Tintenvorrat nachgefüllt wird, wobei das Verfahren folgende Schritte umfaßt: Ausstoßen einer Schwellenwerttintenmenge von der Druckkassette; Prüfen einer ersten Temperatur des Druckkopfs; Bestimmen eines Status der Druckkassette auf der Basis der ersten Temperatur und unabhängig von der Menge verfügbarer Tinte, was folgende Schritte umfaßt: Prüfen der ersten Temperatur des Druckkopfs, nachdem die Schwellenwerttintenmenge ausgestoßen ist; Warten für eine Zeitperiode, während der keine Tinte von dem Druckkopf ausgestoßen wird; Prüfen einer zweiten Temperatur des Druckkopfs nach der Zeitperiode;

Prüfen einer Umgebungstemperatur des Druckers; Berechnen einer Wärmeübertragungseffizienz des Druckkopfs unter Verwendung der ersten Temperatur, der zweiten Temperatur und der Umgebungstemperatur; und, falls die Wärmeübertragungseffizienz des Druckkopfs unter einer minimalen Wärmeübertragungseffizienz liegt, Folgern, daß die Druckkassette an oder in der Nähe des Endes ihrer nutzbaren Lebensdauer ist; und, falls der Bestimmungsschritt folgt, daß die Druckkassette unabhängig von der Menge verfügbarer Tinte an oder in der Nähe des Endes ihrer nutzbaren Lebensdauer ist, Senden einer Warnung über den Status der Druckkassette.

Beschreibung der Zeichnungen

[0009] **Fig. 1** zeigt einen Querschnitt einer Druckkassette für einen thermischen Tintenstrahldrucker, der bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung verwendet wird.

[0010] **Fig. 2** zeigt ein Blockdiagramm eines Tintenstrahldrucksystems des bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung.

[0011] **Fig. 3A bis 3D** zeigen einen Querschnitt des Standrohrabschnitts der Druckkassette für einen thermischen Tintenstrahldrucker während unterschiedlichen beispielhaften Stufen der Betriebslebensdauer der Druckkassette.

[0012] **Fig. 4** zeigt ein Diagramm der Temperatur über der Zeit für einen Druckkopf während unterschiedlichen beispielhaften Stufen der Betriebslebensdauer der Druckkassette.

[0013] **Fig. 5** zeigt ein Diagramm der Wärmeübertragungseffizienz über der Zeit für die Lebensdauer eines Druckkopfs.

[0014] **Fig. 6** zeigt ein Diagramm einer linearisierten Funktion der Temperatur über der Zeit für die Lebensdauer eines Druckkopfs.

[0015] **Fig. 7 bis 8** zeigen ein Flußdiagramm des Betriebs des Lebensdauerenddetektors des bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung.

Detaillierte Beschreibung der bevorzugten und alternativen Ausführungsbeispiele

[0016] **Fig. 1** zeigt einen Querschnitt einer Druckkassette für einen thermischen Tintenstrahldrucker, der bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung verwendet wird. Die Druckkassette **5** enthält das Tintenreservoir **6**. Bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist das Tintenreservoir **6** mit dem Schlauch **9** verbunden, der automatisch über eine „Außerachsen“-Tintenquelle **4** nachgefüllt wird. Ein alternatives Ausführungsbeispiel wurde in Betracht gezogen, wo der Schlauch **9** nicht vorliegt, und das Tintenreservoir **6** manuell über eine Öffnung (nicht gezeigt) in dem Tintenreservoir **6** nachgefüllt wird.

[0017] Während einer Druckoperation fließt Tinte aus dem Tintenreservoir **6** zu dem Druckkopf **12**. Das Filter **7** siebt Unreinheiten und große Luftblasen aus,

die in der Tinte vorliegen können, und verhindert dadurch, daß diese Unreinheiten und großen Luftblasen den Druckkopf **12** erreichen. Die gefilterte Tinte verläuft dann durch das Standrohr **8** zu dem Druckkopf **12**. Der Druckkopf **12** enthält Hunderte von winzigen Widerständen, die selektiv die gefilterte Tinte erwärmen und dieselbe durch eine entsprechende Anzahl von winzigen Düsen auf ein Medium ausstoßen, wie z. B. Papier oder Transparentfolien.

[0018] Während die gefilterte Tinte durch die Widerstände erwärmt wird, kann alle Luft, die sich noch in der Tinte befinden kann, von der Tinte abgetrennt werden, und in dem Standrohr **8** gefangen werden. Obwohl sich bei jeder einzelnen Druckoperation sehr wenig Luft aus der Tinte trennt, kann sich diese eingefangene Luft im Verlauf der Zeit ansammeln, bis eine wesentliche Menge an Luft in dem Standrohr **8** gefangen ist. Wenn eine wesentliche Menge an Luft in dem Standrohr **8** gefangen ist, verhindert die gefangene Luft einen Tintenfluß von dem Reservoir **6** zu dem Druckkopf **12**. Dieses Phänomen, das hierin als „Tintenausgasung“ bezeichnet wird, „hungert“ den Druckkopf in Wirklichkeit aus, indem es Tinte nicht ermöglicht wird, denselben zu erreichen. Falls Tinte den Druckkopf **12** nicht erreichen kann, kann der Drucker nicht drucken. Außerdem kann eine Tintenausgasung bewirken, daß der Druckkopf **12** überhitzt wird, da eine Flüssigkeit (d. h. Tinte) viel effizienter beim Ableiten von Wärme von dem Druckkopf **12** ist als ein Gas (d. h. eine Luftblase), wie es nachfolgend näher erörtert wird. Falls der Druckkopf **12** zu sehr überhitzt, können einige oder alle von den Hunderten von winzigen Widerständen in dem Druckkopf **12** ausbrennen und ausfallen. In jedem Fall hat die Druckkassette **5** das Ende ihrer Lebensdauer erreicht und muß ersetzt werden.

[0019] Der Druckkopf **12** enthält auch einen Temperatursensor **16**, dessen Betrieb nachfolgend näher erörtert wird.

[0020] **Fig. 2** zeigt ein Blockdiagramm eines Tintenstrahldrucksystems des bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung. Der Tintenstrahldrucker **10** enthält einen Mikroprozessor **14**, der mit dem Speicher **15** verbunden ist, eine Schnittstellenelektronik **13** und einen I/O-Kanal **20**. Der Mikroprozessor **14** ist geeignet programmiert, um die Operationen des Druckers **10** auszuführen. Der Mikroprozessor **14** enthält einen Druckkassette-Lebensdauerende-Detektor **100**, dessen Betrieb nachfolgend näher erörtert wird.

[0021] Der Mikroprozessor **14** ist über eine Schnittstellenelektronik **13** wirksam mit der Druckkassette **5** (**Fig. 1**) und der Statustafel **25** verbunden. Die Statustafel **25** ist vorzugsweise ein oder mehrere Lichter auf dem Gehäuse des Druckers **10**, die dem Benutzer Statusinformationen liefert, obwohl ein alternatives Ausführungsbeispiel in Betracht bezogen wurde, wo die Statustafel **25** eine Anzeige oder andere Form von Statusmitteilungseinrichtung für den Benutzer ist.

[0022] Der Mikroprozessor **14** empfängt Befehle

und Daten von dem Computer **40** über den I/O-Kanal **20**. Der Computer **40** ist mit der Anzeige **49** und dem Eingabegerät **45** verbunden. Eine Druckoperation wird begonnen, wenn ein Benutzer den Computer **40** über das Eingabegerät **45** anweist, ein gewünschtes Dokument, Bild oder dergleichen zu drucken. Der Computer **40** sendet einen Druckbefehl an den Drucker **10**. Dieser Befehl wird durch den I/O-Kanal **20** empfangen und an den Mikroprozessor **14** weitergesendet. Der Mikroprozessor **14** interpretiert den Befehl und feuert selektiv die Widerstände ab, die in dem Druckkopf **12** der Druckkassette **5** enthalten sind, und stößt dadurch Tinte auf das Medium **30** in einer Struktur/Farbe aus, die dem gewünschten Dokument oder Bild entspricht.

[0023] Bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel überwacht der Lebensdauerende-Detektor **100**, der in dem Mikroprozessor **14** enthalten ist, die Temperatur des Druckkopfs **12** während der Druck- und Wartungsoperation über den Temperatursensor **16**, der in dem Druckkopf **12** enthalten ist (Fig. 1). Bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel enthält der Temperatursensor **16** einen thermischen Erfassungswiderstand und einen zugeordneten Speicher. Während dem Herstellungsprozeß der Druckkassette **5** wird der Wert des thermischen Erfassungswiderstands bei einer bekannten gesteuerten Umgebungstemperatur gemessen. Dieser gemessene Wert wird dann zusammen mit dem thermischen Koeffizienten des spezifischen Widerstands des thermischen Erfassungswiderstands verwendet, um den Wert dieses Widerstands bei einer typischen Betriebstemperatur, wie z. B. 45°C, zu berechnen, obwohl der Wert bei einer anderen vorausgewählten Temperatur der gespeicherte Wert sein könnte, und nach wie vor in die Wesensart und den Schutzbereich der Erfindung fällt. Der Betriebswiderstandswert wird dann in dem zugeordneten Speicher des Temperatursensors **16** gespeichert. Für eine noch höhere Genauigkeit, wird ein „Roll-Mittelwert“ des thermischen Koeffizienten des spezifischen Widerstands, der den durchschnittlichen thermischen Koeffizienten des spezifischen Widerstands der thermischen Widerstände von dem als letzten hergestellten Satz von Druckkassetteneinheit darstellt, in die oben erörterte Berechnung eingefügt. Dies dient als eine Dämpfungsfunktion zum Reduzieren der möglicherweise negativen Effekte jedes einzelnen speziellen thermischen Erfassungswiderstands, der einen Wert aufweist, der viel höher oder viel niedriger ist als der Durchschnitt. Wie es nachfolgend näher erörtert wird, kann der Lebensdauerende-Detektor **100** die Temperatur des Druckkopfs **12** genau berechnen, durch Messen des Werts des Widerstands des thermischen Erfassungswiderstands in dem Temperatursensor **16**, und Vergleichen dieses Werts mit dem Widerstandswert, der in dem zugeordneten Speicher des Temperatursensors **16** gespeichert ist.

[0024] Fig. 3A bis 3D zeigen einen Querschnitt des Standrohrs **8** der Druckkassette **5** während unter-

schiedlichen beispielhaften Stufen der Betriebslebensdauer der Druckkassette **5**. Fig. 3A zeigt das Standrohr **8** zu einem Zeitpunkt am Anfang der Lebensdauer der Druckkassette **5**, der hierin bezeichnet wird als $t = t_1$. Das Standrohr **8** ist mit Tinte **51** gefüllt gezeigt, zwischen dem Filter **7** und dem Druckkopf **12**. Es wird ein Konvektionsstrom **61** hergestellt, der es ermöglicht, daß Wärme von dem Druckkopf **12** durch die Tinte **51** zirkuliert und dadurch den Druckkopf **12** kühlt.

[0025] Fig. 3B zeigt das Standrohr **8** zu einem Zeitpunkt zur Mitte der Lebensdauer der Druckkassette **5**, der hierin als $t = t_2$ bezeichnet wird. Es ist anzumerken, daß sich auf der Oberfläche des Filters **7** eine Luftblase **72** gebildet hat. Das Standrohr **8** ist zwischen der Blase **72** und dem Druckkopf **12** mit Tinte **52** gefüllt gezeigt. Es wird ein Konvektionsstrom **62** hergestellt, der es ermöglicht, daß Wärme von dem Druckkopf **12** durch die Tinte **52** zirkuliert, und dadurch den Druckkopf **12** kühlt. Da es aufgrund des Vorliegens der Luftblase **72** in dem Standrohr **8** in Fig. 3B weniger Tinte gibt, ist der Konvektionsstrom **62** nicht so effizient beim Kühlen des Druckkopfs **12** wie der Konvektionsstrom **61** von Fig. 3A.

[0026] Fig. 3C zeigt das Standrohr **8** zu einem Zeitpunkt in der Nähe des Endes der Lebensdauer der Druckkassette **5**, der hierin als $t = t_3$ bezeichnet wird. Es ist anzumerken, daß die Luftblase **73** ziemlich groß geworden ist und nun einen wesentlichen Teil des Volumens des Standrohrs **8** einnimmt. Die Tinte **53** bildet den Rest des Teils des Volumens des Standrohrs **8**. Es wird ein Konvektionsstrom **63** hergestellt, der es ermöglicht, daß Wärme von dem Druckkopf **12** durch die Tinte **53** zirkuliert, und dadurch den Druckkopf **12** kühlt. Da es aufgrund des Vorliegens der Luftblase **73** immer noch wenig Tinte in dem Standrohr **8** in Fig. 3C gibt, ist der Konvektionsstrom **63** nicht so effizient beim Kühlen des Druckkopfs **12** wie der Konvektionsstrom **62** von Fig. 3B oder der Konvektionsstrom **61** von Fig. 3A.

[0027] Fig. 3D zeigt das Standrohr **8** zu einem Zeitpunkt am Ende der Lebensdauer der Druckkassette **5**, der hierin als $t = t_4$ bezeichnet wird. Es ist anzumerken, daß die Luftblase **74** ganz zu dem Druckkopf **12** reicht und nun den Großteil des Volumens des Standrohrs **8** einnimmt. Zu diesem Zeitpunkt ist Tintenausgasung aufgetreten. Die Luftblase **74** verhindert, daß die Tinte von dem Reservoir **6** (Fig. 1) durch das Filter **7** zu dem Druckkopf **12** fließt. Die Druckqualität ist zu diesem Zeitpunkt sehr schlecht, und die verbleibende Tinte **54** wird bald durch den Druckkopf **12** ausgestoßen. In der verbleibenden Tinte **54** wird kein Konvektionsstrom hergestellt, daher wird der Druckkopf **12** nicht effektiv gekühlt. Die Temperatur des Druckkopfs **12** bei $t = t_4$ ist wesentlich heißer als bei $t = t_1$, $t = t_2$ oder $t = t_3$. Einige oder alle Widerstände in dem Druckkopf **12** werden nun überhitzen und ausfallen.

[0028] Fig. 4 zeigt ein Diagramm der Druckkopf-temperatur über der Zeit für den Druckkopf **12** wäh-

rend unterschiedlichen beispielhaften Stufen der Betriebslebensdauer der Druckkassette **5**, wie es durch den Lebensdauerende-Detektor **100** über Informationen berechnet wird, die derselbe von dem Temperatursensor **16** empfängt, wie es oben erörtert wurde. Das Diagramm **81** zeigt den Druckkopf **12**, wenn die Druckkassette **5** am Anfang ihrer Betriebslebensdauer ist: $t = t_1$. Das Diagramm **81** entspricht **Fig. 3A**. Das Diagramm **82** zeigt den Druckkopf **12**, wenn sich die Druckkassette **5** an der Mitte der Betriebslebensdauer befindet: $t = t_2$. Das Diagramm **82** entspricht **Fig. 3B**. Das Diagramm **83** zeigt den Druckkopf **12**, wenn die Druckkassette **5** nahe dem Ende ihrer Betriebslebensdauer ist: $t = t_3$. Das Diagramm **83** entspricht **Fig. 3C**. Das Diagramm **84** zeigt den Druckkopf **12**, wenn die Druckkassette **5** am Ende ihrer Betriebslebensdauer ist: $t = t_4$. Das Diagramm **84** entspricht **Fig. 3D**.

[0029] Zu dem Zeitpunkt $t = 0$ hat der Drucker **10** einen Befehl zum Drucken empfangen, wo eine Schwellenwerttintenmenge kurz vor dem Zeitpunkt $t = 0$ ausgestoßen wird. Die Temperatur des Druckkopfs **12** ist, unmittelbar nachdem die Schwellenwerttintenmenge durch den Druckkopf ausgestoßen wird, am höchsten, und verringert sich dann mit der Zeit.

[0030] Es ist anzumerken, daß die Lebensdaueranfangskurve **81** (die $t = t_1$ und **Fig. 3A** entspricht) eine Anfangstemperatur von T_1 erreicht, und schnell beinahe zu T_0 fällt, zu einem Zeitpunkt $= t_{\text{delay}}$. Dies wird als normal angesehen, und zeigt eine gesunde Druckkassette an oder in der Nähe des Anfangs ihrer Lebensdauer an.

[0031] Die Lebensdauermittekurve **82** (die $t = t_2$ und **Fig. 3B** entspricht) erreicht eine Anfangstemperatur von T_2 und fällt langsamer zu einer Temperatur, die höher ist als T_0 zu einem Zeitpunkt $= t_{\text{delay}}$. Es ist anzumerken, daß T_2 höher ist als T_1 , aufgrund der weniger effizienten Kühlfähigkeit des Konvektionsstroms **62** (**Fig. 3B**). Dies wird als normal angesehen und zeigt eine gesunde Druckkassette an der Mitte ihrer Lebensdauer an. Der Benutzer kann informiert werden, daß seine Druckkassette einen Teil (z. B. 50%) der nutzbaren Lebensdauer übrig hat.

[0032] Die Nähe-Lebensdauerende-Kurve **83** (die $t = t_3$ und **Fig. 3C** entspricht) erreicht eine Anfangstemperatur von T_3 und fällt noch langsamer zu einer Temperatur, die höher ist als $T_{\text{delay_warn}}$ zu einem Zeitpunkt t_{delay} . Es ist anzumerken, daß T_3 sowohl höher als T_2 als auch T_1 ist, aufgrund der nach wie vor weniger effizienten Kühlfähigkeit des Konvektionsstroms **63** (**Fig. 3C**). Es ist auch anzumerken, daß T_3 höher ist als $T_{\text{init_warn}}$. Die Kurve **83** zeigt eine Druckkassette in der Nähe des Lebensdauerendes derselben an. Der Benutzer sollte gewarnt werden, entweder jetzt oder bald, daß er die Druckkassette durch eine neue ersetzen sollte.

[0033] Eine Lebensdauerende-Kurve **84** (die $t = t_4$ und **Fig. 3D** entspricht) erreicht eine Anfangstemperatur von T_4 und fällt sehr langsam zu einer Temperatur, die höher ist als $T_{\text{de_lay_fail}}$ zu einem Zeitpunkt $= t_{\text{de}}$.

Es ist anzumerken, daß T_4 höher ist als T_3 , T_2 und T_1 , aufgrund des Fehlens eines Konvektionsstroms (**Fig. 3D**). Es ist auch anzumerken, daß T_4 höher ist als $T_{\text{init_fail}}$. Die Kurve **84** wird als anzeigend für eine Druckkassette am Ende ihrer Lebensdauer angesehen, wo Tintenausgasung, die Tintenaushungern und/oder Widerstandausfall bewirkt, bereits aufgetreten ist oder unmittelbar auftreten wird. Der Benutzer sollte sofort gewarnt werden, daß seine Druckkassette ausgefallen ist (oder unmittelbar ausfallen wird) und ersetzt werden sollte.

[0034] **Fig. 5** zeigt ein Diagramm einer Wärmeübertragungseffizienz über der Zeit für die Lebensdauer eines Druckkopfs. Es ist anzumerken, daß die Wärmeübertragungseffizienz des Druckkopfs in der Kurve **89**, bei $t = t_1$ (was **Fig. 3A** und der Kurve **81** von **Fig. 4** entspricht) hoch beginnt, bei $t = t_2$ (was **Fig. 3B** und der Kurve **82** von **Fig. 4** entspricht) anfängt zu fallen, bei $t = t_3$ (was **Fig. 3C** und der Kurve **83** von **Fig. 4** entspricht) noch schneller fällt, und dann bei $t = t_4$ (was **Fig. 3D** und der Kurve **84** von **Fig. 4** entspricht) die Talsohle erreicht. Ein Fachmann auf diesem Gebiet wird erkennen, daß die Kurve **89** bei unterschiedlichen Druckkopfarchitekturen und Standrohrgeometrien andere Charakteristika annehmen kann.

[0035] **Fig. 6** zeigt ein Diagramm einer linearisierten Funktion der Temperatur über der Zeit für die Lebensdauer eines Druckkopfs. Das Diagramm von **Fig. 6** ist eine linearisierte Version des Diagramms von **Fig. 4**. Die Steigungen der Linien in **Fig. 6** sind direkt verwandt mit den Wärmeübertragungseffizienzen. Die Wärmeübertragungseffizienzlinie **91** entspricht einer Wärmeübertragungseffizienz bei $t = t_1$ (die wiederum **Fig. 3A** und der Kurve **81** von **Fig. 4** entspricht). Die Wärmeübertragungseffizienzlinie **92** entspricht einer Wärmeübertragungseffizienz bei $t = t_2$ (was wiederum **Fig. 3B** und der Kurve **82** von **Fig. 4** entspricht). Die Wärmeübertragungseffizienzlinie **93** entspricht einer Wärmeübertragungseffizienz bei $t = t_3$ (die wiederum **Fig. 3C** und der Kurve **83** von **Fig. 4** entspricht). Die Wärmeübertragungseffizienzlinie **94** entspricht einer Wärmeübertragungseffizienz bei $t = t_4$ (was wiederum **Fig. 3D** und der Kurve **84** von **Fig. 4** entspricht). Es ist anzumerken, daß die Steigung der Kurven in **Fig. 6** kleiner wird, während sich die Wärmeübertragungseffizienz des Druckkopfs verringert. Die Bedeutung dieser Tatsache wird in Kürze erörtert.

[0036] **Fig. 7** bis **8** zeigen ein Flußdiagramm des Betriebs des Lebensdauerende-Detektors **100** des bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung. Bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist der Lebensdauerende-Detektor **100** in dem Speicher **15** in Software gespeichert und wird in dem Prozessor **14** ausgeführt, obwohl ein alternatives Ausführungsbeispiel in Betracht gezogen wurde, wo der Lebensdauerende-Detektor **100** eine vergleichbare, speziell zugewiesene Hardwareschaltung ist, die die gleichen Funktionen durchführt, die in **Fig. 7** bis **8** gezeigt

sind. Mit Bezugnahme auf **Fig. 7** prüft Block **101**, um zu sehen, ob ein Lebensdauerende-Test für die Druckkassette **5** ausgeführt werden sollte. Bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel wird dieser Test nur während einem anderen Wartungsereignis ausgeführt, wie z. B. einem Naßwischen, einem Scheuern oder einer Vorbereitungsoperation. Der Drucker **10** führt routinemäßig solche Wartungstypen an der Druckkassette **5** durch, damit dieselbe bei einer Spitzenleistungsfähigkeit arbeitet. Während einem Wartungsereignis wird die Druckkassette **5** typischerweise in der Wartungsstation **21** geparkt (**Fig. 2**).

[0037] Ein alternatives Ausführungsbeispiel wurde in Betracht gezogen, wo der Lebensdauerendetest während normalen Druckoperationen häufiger ausgeführt wird. Dieser Test könnte fortlaufend ausgeführt werden, während der Drucker **10** druckt, oder könnte weniger häufig ausgeführt werden, wie z. B. nachdem eine bestimmte Anzahl von Tintentropfen abgefeuert wurde oder nachdem eine bestimmte Zeitperiode verstrichen ist. In jedem Fall, falls Block **101** negativ beantwortet wird, endet das Flußdiagramm in Block **199**.

[0038] Falls der Lebensdauerendetest ausgeführt werden soll, prüft Block **105**, ob eine Schwellenwerttintenmenge von dem Druckkopf **12** ausgestoßen wurde. Bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel wird, während die Druckkassette **5** in der Wartungsstation **21** geparkt ist, ein Befehl zum Ausstoßen einer Schwellenwerttintenmenge (das Äquivalent eines sehr dichten Druckbandes) in ein „Speibecken“ oder einen „Diaper“ in der Wartungsstation **21** ausgeführt. Dieser Befehl bewirkt, daß sich die Widerstände in dem Druckkopf **12** erwärmen und eine Tintenmenge ausstoßen. Bei einem alternativen Ausführungsbeispiel wird der Lebensdauerendetest beim Auftreten des Druckens eines hochdichten Druckbandes (äquivalent zu einer Schwellenwerttintenmenge, die ausgestoßen wird) auf dem Medium **30** (**Fig. 2**) während einer normalen Druckoperation ausgeführt. Bei diesem Ausführungsbeispiel werden Druckbänder geringer Dichte ignoriert, da es schwieriger ist, den Lebensdauerendetest mit Druckbändern geringer Dichte genau auszuführen, obwohl andere Ausführungsbeispiele in Betracht gezogen wurden, wo die Schwellenwerttintenmenge jede Tintenmenge ist.

[0039] Falls Block **105** erfaßt, daß eine Schwellenwerttintenmenge ausgestoßen wurde (entweder während einem Wartungsereignis oder während einer normalen Druckoperation, abhängig von dem Ausführungsbeispiel), bestimmt Block **110** die Temperatur des Druckkopfs **12** beim Abschluß des Ausstoßens der Schwellenwerttintenmenge (die hierin als die „Anfangstemperatur“ oder $t = 0$ bezeichnet wird). Diese Temperatur wird bestimmt durch Messen des Widerstandswerts des thermischen Erfassungswiderstands des Temperatursensors **16** und Vergleichen dieses Widerstandswerts mit dem Widerstandswert, der in dem zugeordneten Speicher des Temperatursensors **16** gespeichert ist. Wie es erörtert wur-

de, ist der Widerstandswert, der in dem zugeordneten Speicher des Temperatursensors **16** gespeichert ist, der Wert des thermischen Erfassungswiderstands bei einer typischen Betriebstemperatur, wie z. B. 45°C. Durch Vergleichen dieser beiden Widerstandswerte und Kennen des typischen thermischen Koeffizienten des spezifischen Widerstands, der beim Herstellungsprozeß spezifiziert wird, kann die Temperatur des Druckkopfs **12** genau bestimmt werden.

[0040] Nachdem der Block **110** die Anfangstemperatur des Druckkopfs **12** bestimmt, wartet Block **115** eine vorbestimmte Zeitperiode. Nachdem diese vorbestimmte Zeitperiode verstrichen ist, bestimmt Block **120** die Temperatur des Druckkopfs **12**, die hierin als die „Endtemperatur“ bezeichnet ist. Die Endtemperatur wird auf die gleiche Weise bestimmt wie die „Anfangstemperatur“ bestimmt wurde, wie es oben erörtert ist.

[0041] Block **125** mißt dann die Umgebungstemperatur des Druckers. Bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel wird dies bestimmt durch Lesen des Werts des Umgebungstemperatursensors **22**, der in dem Drucker **10** enthalten ist (**Fig. 2**). Typischerweise ist diese Umgebungstemperatur bei oder leicht über der normalen Umgebungstemperatur des Zimmers oder Gebäudes, in dem sich der Drucker **10** befindet. Diese Druckerumgebungstemperatur wird bei einer der Funktionsweisen verwendet, die verwendet wird, um den Status des Druckers zu bestimmen, wie es erörtert werden wird.

[0042] Block **200** ruft den Bestimmungsstatus der Druckkassettensubroutine von **Fig. 8** auf. Mit Bezugnahme auf **Fig. 8** arbeitet die Subroutine **200** vorzugsweise in einer Auswahl von drei unterschiedlichen Funktionsweisen: Spitzentemperaturmodus, Verzögerungszeitmodus und Wärmeübertragungsmodus. Obwohl bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Wärmeübertragungsmodus gewählt wird, wurden alternative Ausführungsbeispiele in Betracht gezogen, wo statt dessen einer der anderen Modi ausgewählt wird. Außerdem wurden zusätzliche alternative Ausführungsbeispiele in Betracht gezogen, wo eine Kombination von Modi ausgewählt wird. Bei diesen zusätzlichen alternativen Ausführungsbeispielen kann eine „Wahl“-Prozedur verwendet werden, bei der eine einstimmige oder Mehrheitswahl der unterschiedlichen Modi den Status der Druckkassette bestimmt.

[0043] Falls der Spitzentemperaturmodus ausgewählt wird (entweder durch einen Benutzer, vorausgewählt in der Fabrik, der einzige verfügbare Modus, usw.) wird Block **225** bestätigend beantwortet, und der Steuerfluß bewegt sich zu Block **230**. Block **230** prüft, um zu sehen, ob die Anfangstemperatur zu hoch ist. Bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel wird dies durchgeführt durch Vergleichen der Anfangstemperaturen mit einer maximalen Anfangstemperatur, die in dem Speicher **15** gespeichert ist (**Fig. 2**). Bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist die maximale Anfangstemperatur die höchste Temperatur,

die ein Druckkopf einer ordnungsgemäß funktionierenden Druckkassette erreichen sollte, nachdem er ein Druckband hoher Dichte druckt. Bei unserem in **Fig. 4** gezeigten Beispiel wäre diese Maximaltemperatur $T_{\text{init_warn}}$, die als zwischen T_2 und T_3 liegend gezeigt ist.

[0044] Falls Block **230** bestimmt, daß die Anfangstemperatur zu hoch ist, setzt Block **235** ein Warnflag, das anzeigt, daß die Druckkassette weniger als einen spezifizierten Prozentsatz ihrer Lebensdauer übrig hat. Falls Block **230** bestimmt hat, daß die Anfangstemperatur $T_{\text{init_fail}}$ überschreitet (**Fig. 4**), hat die Druckkassette das Ende ihrer Lebensdauer erreicht und ein Ausfallflag wird in Block **235** gesetzt. Der Steuerfluß bewegt sich zu Block **299**, wo die Subroutine zu Block **135** zurückkehrt (**Fig. 7**), der den Benutzer warnt, daß die Druckkassette entweder in der Nähe des Endes ihrer nutzbaren Lebensdauer ist und bald ersetzt werden sollte (falls $T_{\text{init_warn}} < T < T_{\text{init_fail}}$) oder das Ende ihrer nutzbaren Lebensdauer erreicht hat und sofort ersetzt werden muß (falls $T > T_{\text{init_fail}}$). Vorzugsweise sendet der Drucker **10** einen Befehl an den Computer **40** über den I/O-Kanal **20**, zum Anzeigen dieser Mitteilung auf der Anzeige **49**, aber alternative Ausführungsbeispiele wurden in Betracht gezogen, wo diese Mitteilung auf dem Medium **30** ausgedruckt wird und/oder auf der Statustafel **25** angezeigt wird. In jedem Fall, nachdem der Benutzer ordnungsgemäß gewarnt wird, kehrt der Steuerfluß zu Block **101** zurück.

[0045] Ein alternatives Ausführungsbeispiel wurde in Betracht gezogen, wo die Warnmitteilung nicht unmittelbar gegeben wird, nachdem das Warnflag in Block **235** gesetzt ist, sondern nachdem eine vorbestimmte Anzahl von Seiten gedruckt wurde (oder Tintentropfen ausgestoßen wurden), nachdem das Warnflag gesetzt ist. Dieses Ausführungsbeispiel kann bei einigen Situationen genauere Ergebnisse erzielen.

[0046] Es ist anzumerken, daß die gegebene Warnmitteilung dem Benutzer nicht mitteilt, daß seine Druckkassette nur noch wenig oder keine Tinte mehr aufweist, sondern daß die Druckkassette in der Nähe oder am Ende ihrer nutzbaren Lebensdauer ist. Bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel gibt es einen getrennten Erfassungsmechanismus, der in der Tintenquelle **4** enthalten ist oder derselben zugeordnet ist, der eine zusätzliche Warnung an den Benutzer liefert, daß er/sie beinahe keine Tinte mehr hat. Dieser Mechanismus mißt typischerweise den Tintenpegel der Tintenquelle **4** (**Fig. 1**). Dies kann auf fast die gleiche Weise durchgeführt werden, wie der Benzinspiegel in einem Benzintank eines Automobils gemessen wird, oder durch komplexere Meßtechniken, wie z. B. eine optische Erfassung, Überwachen der Mechanismusantwort (Widerstand, Rebound, etc.) der Pumpe (nicht gezeigt) zwischen der Tintenquelle **4** und dem Tintenreservoir, usw. Wie es vorher erörtert wurde, kann eine Lebensdauerendwarnung gegeben werden, selbst wenn die Tintenquelle **4** voller

Tinte ist, aufgrund von Tintenausgasung. Ein Fachmann auf diesem Gebiet wird auch anerkennen, daß, falls ein Benutzer die Warnungen ignoriert, daß die Tintenquelle **4** wenig Tinte aufweist und es ermöglicht, daß der Tintenquelle **4** die Tinte ausgeht, bewirkt der Mangel an Tinte in dem Standrohr **8**, daß sich die Temperatur des Druckkopfs **12** erhöht und eine Lebensdauerendwarnung auslöst, da die Luft in dem Standrohr **8** dem Druckkopf **12** dauerhaft Tinte knapp halten wird, selbst wenn die Tintenquelle **4** später nachgefüllt wird.

[0047] Es wurde ein alternatives Ausführungsbeispiel in Betracht gezogen, wo die oben erörterte Warnmitteilung nicht an den Benutzer gesendet wird, außer der Lebensdauerende-Detektor **100** bestimmt ebenfalls, daß eine vorbestimmte Anzahl von Tintentropfen von dem Druckkopf **12** abgefeuert wurden, oder eine vorbestimmte Menge der Gesamtdruckzeit verstrichen ist, wodurch eine unabhängige bestätigende Basis geliefert wird, um zu Folgern, daß die Druckkassette **5** in der Tat das Ende ihrer Lebensdauer erreicht. Obwohl dieses Ausführungsbeispiel die Komplexität des Lebensdauerende-Detektors **100** erhöht, und zu einer erhöhten Anzahl von falschen Negativen führen kann (d. h. die Druckkassette erschien annehmbar, wenn sie dies in der Tat gar nicht war), kann es dazu neigen, die Anzahl falscher Positive (d. h. die Druckkassette erschien am Ende der Lebensdauer, wenn sie es in der Tat nicht war) zu reduzieren, und kann bei einigen Anwendungen wünschenswert sein.

[0048] Falls Block **230** mit erneuter Bezugnahme auf **Fig. 8** bestimmt, daß die Anfangstemperatur innerhalb annehmbarer Grenzen liegt, setzt Block **230** ein „Informieren-Flag“, das den Teil der nutzbaren Lebensdauer der Druckkassette enthält, der als verbleibend geschätzt wurde. Die Subroutine kehrt dann zu Block **135** von **Fig. 7** zurück, wo der Benutzer über den Prozentsatz der Lebensdauer informiert wird, die in der Druckkassette übrig ist. Bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel wird diese Informationsmitteilung dem Benutzer nicht gegeben, außer der Benutzer hat spezifisch angefordert, einen solchen Status über die Tintenzuführereinheit zu kennen, oder falls dieser Status unauffällig an der Anzeige **49** oder der Statustafel **25** angezeigt wird. In jedem Fall kehrt der Steuerfluß zu Block **101** zurück.

[0049] Falls der Spitztemperaturmodus nicht ausgewählt wird, wird Block **225** (**Fig. 8**) negativ beantwortet, und Block **238** prüft, um zu sehen, ob der Verzögerungszeitmodus ausgewählt wird. Falls der Verzögerungszeitmodus ausgewählt wird (entweder durch einen Benutzer, vorausgewählt in der Fabrik, der einzig verfügbare Modus, usw.), wird Block **238** bestätigend beantwortet, und der Steuerfluß bewegt sich zu Block **240**. Block **240** prüft, um zu sehen, ob die Endtemperatur zu hoch ist. Falls die Endtemperatur zu hoch ist, würde dies anzeigen, daß der Druckkopf länger benötigt wird, um zu einer normalen Betriebstemperatur abzukühlen, als er sollte, möglicher-

weise als das Ergebnis einer Tintenausgasung. Bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel wird die Endtemperatur, die wie oben erörtert gemessen wird, mit einer maximalen Endtemperatur verglichen. Diese maximale Endtemperatur ist die höchste Temperatur, die der Druckkopf haben sollte, nachdem eine vorbestimmte Zeitperiode verstrichen ist, seit die Schwellenwerttintenmenge von dem Druckkopf **12** ausgestoßen wurde. Bei unseren in **Fig. 4** gezeigten Beispiel ist diese Maximaltemperatur $T_{\text{delay_warn}}$, die als zwischen den Temperaturen der Kurve **82** und der Kurve **83** zu einem Zeitpunkt $= t_{\text{delay}}$ gezeigt ist.

[0050] Falls Block **240** bestimmt, daß die Endtemperatur zu hoch ist (d. h. $T_{\text{delay_warn}} < T < T_{\text{delay_fail}}$), Setzt Block **235** eine Warnflag, die anzeigt, daß die Druckkassette weniger als einen spezifizierten Prozentsatz der Lebensdauer übrig hat. Falls Block **240** bestimmt hat, daß die Anfangstemperatur $T_{\text{delay_fail}}$ überschreitet (**Fig. 4**), hat die Druckkassette das Ende der Lebensdauer erreicht und in Block **235** wird ein Ausfallflag gesetzt. Der Steuerfluß bewegt sich zu Block **299**, wo die Subroutine zu Block **135** zurückkehrt (**Fig. 7**), die den Benutzer warnt, daß die Druckkassette entweder in der Nähe des Endes ihrer nutzbaren Lebensdauer ist und bald ersetzt werden sollte (falls $T_{\text{delay_warn}} < T < T_{\text{delay_fail}}$), oder das Ende ihrer nutzbaren Lebensdauer erreicht hat und sofort ersetzt werden muß (falls $T > T_{\text{delay_fail}}$), auf die Weise, die oben näher erörtert ist. Nachdem der Benutzer ordnungsgemäß gewarnt wurde, kehrt der Steuerfluß zu Block **101** zurück.

[0051] Ein zweites Ausführungsbeispiel des Verzögerungszeitmodus wurde in Betracht gezogen, wo die Zeitperiode, die benötigt wird, daß der Druckkopf zu einer bestimmten Temperatur abkühlt, wie z. B. T_0 , in Block **240** gemessen wird. Falls diese Endzeit zu hoch ist, würde dies anzeigen, daß der Druckkopf länger benötigt zum Abkühlen zu einer normalen Betriebstemperatur als er sollte, wahrscheinlich als Folge von Tintenausgasung. Wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel des oben beschriebenen Verzögerungszeitmodus beschrieben wurde, kann die Endzeit zum Erreichen einer vorbestimmten Temperatur verwendet werden, um den Benutzer zu warnen, daß die Druckkassette weniger als einen spezifizierten Prozentsatz ihrer Lebensdauer übrig hat, oder daß die Druckkassette das Ende der Lebensdauer erreicht hat.

[0052] Falls Block **240** bestimmt, daß die Endtemperatur (oder Endzeit) innerhalb annehmbarer Begrenzungen liegt, setzt Block **236** ein „Informieren-Flag“, das den Teil der nutzbaren Lebensdauer der Druckkassette enthält, der als verbleibend geschätzt wird. Die Subroutine kehrt dann zu Block **135** von **Fig. 7** zurück, wo der Benutzer über den Prozentsatz der Lebensdauer informiert wird, die in der Druckkassette übrig ist. Wie es oben erörtert wurde, wird diese Informationsmitteilung dem Benutzer nicht gegeben, außer der Benutzer hat spezifisch angefordert, einen solchen Status über die Tintenvorratseinheit zu kennen, oder falls dieser Status unauffällig auf

der Anzeige **49** oder der Statustafel **25** angezeigt wird. In jedem Fall kehrt der Steuerfluß zurück zu Block **101**.

[0053] Falls der Verzögerungszeitmodus nicht ausgewählt ist, wählt Block **245** (**Fig. 8**) den Wärmeübertragungseffizienzmodus, und der Steuerfluß bewegt sich zu Block **250**. Der Block **250** prüft, um zu sehen, ob die Wärmeübertragungseffizienz zu gering ist. Bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel wird dies bestimmt durch Betrachten eines linearisierten Diagramms der Temperatur über der Zeit, wie z. B. demjenigen, daß in **Fig. 6** gezeigt ist. Falls die Steigung der Wärmeübertragungseffizienzlinie geringer ist als eine Warnsteigung, wie z. B. eine Steigung zwischen den Steigungen der Wärmeübertragungseffizienzlinien **92** und **93** von **Fig. 6**, ist die Wärmeübertragungseffizienz des Druckkopfs zu niedrig. Falls Block **250** bestimmt, daß die Wärmeübertragungseffizienz des Druckkopfs zu gering ist, setzt Block **235** ein Warnflag, das anzeigt, daß die Druckkassette weniger als einen spezifizierten Prozentsatz ihrer Lebensdauer übrig hat. Falls Block **250** bestimmt hat, daß die Steigung der Wärmeübertragungseffizienzlinie geringer als eine Ausfallsteigung ist, wie z. B. eine Steigung zwischen den Wärmeübertragungseffizienzlinien **93** und **94** von **Fig. 6**, hat die Druckkassette das Ende ihrer Lebensdauer erreicht, und in Block **235** wird ein Ausfallflag gesetzt. Der Steuerfluß bewegt sich zu Block **299**, wo die Subroutine zu Block **135** zurückkehrt (**Fig. 7**), der den Benutzer warnt, daß die Druckkassette entweder nahe am Ende ihrer nutzbaren Lebensdauer ist, und bald ersetzt werden sollte (falls Warnungssteigung > Steigung > Ausfallsteigung), oder das Ende ihrer nutzbaren Lebensdauer erreicht hat und unmittelbar ersetzt werden muß (falls Steigung > Ausfallsteigung), auf die Weise, die oben näher erörtert ist. Nachdem der Benutzer ordnungsgemäß gewarnt wurde, kehrt der Steuerfluß zurück zu Block **101**.

[0054] Falls Block **250** bestimmt, daß die Wärmeübertragungseffizienz innerhalb annehmbarer Beschränkungen liegt, setzt Block **236** ein „Informier-Flag“, das den Abschnitt der nutzbaren Lebensdauer der Druckkassette enthält, der als verbleibend geschätzt wird. Die Subroutine kehrt dann zu Block **135** von **Fig. 7** zurück, wo der Benutzer über den Prozentsatz der Lebensdauer informiert wird, der in der Druckkassette übrig ist. Wie es oben erörtert wurde, wird diese Informationsmitteilung dem Benutzer nicht gegeben, außer der Benutzer hat spezifisch angefordert, einen solchen Status über die Tintenvorratseinheit zu kennen, oder falls dieser Status unauffällig auf der Anzeige **49** oder der Statustafel **25** angezeigt wird. In jedem Fall kehrt der Steuerfluß zu Block **101** zurück.

[0055] Mit erneuter Bezugnahme auf **Fig. 3** bis **6** in Verbindung mit der obigen Erörterung von **Fig. 7** bis **8** würde das Flußdiagramm von **Fig. 7** bis **8** bestimmen, daß der Druckkopf an oder in der Nähe des Anfangs seiner nutzbaren Lebensdauer (**Fig. 3A**, Kurve

81 von **Fig. 4**, $t = t_1$ von **Fig. 5**, und Wärmeübertragungseffizienzlinie **91** von **Fig. 6** annehmbar funktionierte, und der Benutzer würde über den geschätzten Prozentsatz der verbleibenden nutzbaren Lebensdauer informiert. Der Druckkopf in der Mitte seiner nutzbaren Lebensdauer (**Fig. 3B**, Kurve **82** von **Fig. 4**, $t = t_2$ von **Fig. 5** und Wärmeübertragungseffizienzlinie **92** von **Fig. 6**) hat ebenfalls annehmbar funktioniert, und der Benutzer würde über den geschätzten (wenn auch niedrigeren) Prozentsatz der verbleibenden nutzbaren Lebensdauer informiert. Der Druckkopf in der Nähe des Endes seiner nutzbaren Lebensdauer (**Fig. 3C**, Kurve **83** von **Fig. 4**, $t = t_3$ von **Fig. 5** und Wärmeübertragungseffizienzlinie **93** von **Fig. 6**) würde zu einer Warnung an den Benutzer führen, daß der Druckkopf in der Nähe des Endes seiner nutzbaren Lebensdauer ist und bald ersetzt werden sollte. Der Druckkopf am Ende seiner nutzbaren Lebensdauer (**Fig. 3D**, Kurve **84** von **Fig. 4**, $t = t_4$ von **Fig. 5** und Wärmeübertragungseffizienzlinie **94** von **Fig. 6**) würde zu einer Warnung an den Benutzer führen, daß der Druckkopf am Ende seiner nutzbaren Lebensdauer ist und unmittelbar ersetzt werden sollte.

Patentansprüche

1. Ein Verfahren zum Erfassen des Endes der nutzbaren Lebensdauer einer Druckkassette (**5**), die einen Druckkopf (**12**) aufweist, wobei die Druckkassette in einem nachfüllbaren Drucksystem verwendet wird, und die nutzbare Lebensdauer der Druckkassette unabhängig von der Menge verfügbarer Tinte in dem Drucksystem für den Druckkopf ist, wobei die Druckkassette in dem nachfüllbaren Drucksystem installiert ist, wobei ein Tintenvorrat in der Druckkassette über einen anderen Tintenvorrat (**4**) nachgefüllt wird, wobei das Verfahren folgende Schritte umfaßt: Ausstoßen einer Schwellenwerttintenmenge von der Druckkassette;
Prüfen einer ersten Temperatur des Druckkopfs;
Bestimmen eines Status der Druckkassette auf der Basis der ersten Temperatur und unabhängig von der Menge verfügbarer Tinte, was folgende Schritte umfaßt:
Prüfen der ersten Temperatur des Druckkopfs, nachdem die Schwellenwerttintenmenge ausgestoßen ist;
Warten für eine Zeitperiode, während der keine Tinte von dem Druckkopf ausgestoßen wird;
Prüfen einer zweiten Temperatur des Druckkopfs nach der Zeitperiode;
Prüfen einer Umgebungstemperatur des Druckers;
Berechnen einer Wärmeübertragungseffizienz des Druckkopfs unter Verwendung der ersten Temperatur, der zweiten Temperatur und der Umgebungstemperatur; und
falls die Wärmeübertragungseffizienz des Druckkopfs unter einer minimalen Wärmeübertragungseffizienz liegt, Folgern, daß die Druckkassette an oder in der Nähe des Endes ihrer nutzbaren Lebensdauer

ist; und

falls der Bestimmungsschritt folgert, daß die Druckkassette unabhängig von der Menge verfügbarer Tinte an oder in der Nähe des Endes ihrer nutzbaren Lebensdauer ist, Senden einer Warnung über den Status der Druckkassette.

2. Das Verfahren gemäß Anspruch 1, bei dem die Schwellenwerttintenmenge, die durch den Ausstoßschritt ausgestoßen wird, in eine Wartungsstation in dem thermischen Tintenstrahldrucker ausgestoßen wird.

3. Das Verfahren gemäß Anspruch 1, bei dem die Schwellenwerttintenmenge, die durch den Ausstoßschritt ausgestoßen wird, auf ein Medium ausgestoßen wird.

4. Das Verfahren gemäß Anspruch 1, bei dem die Warnung auf einer Anzeige angezeigt wird, die wirksam mit dem thermischen Tintenstrahldrucker gekoppelt ist.

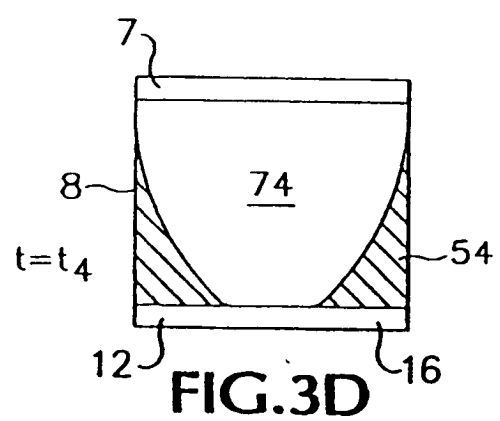
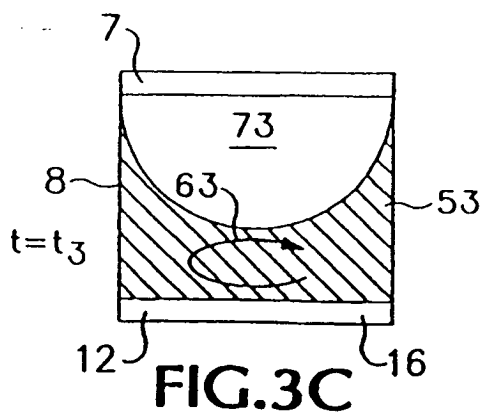
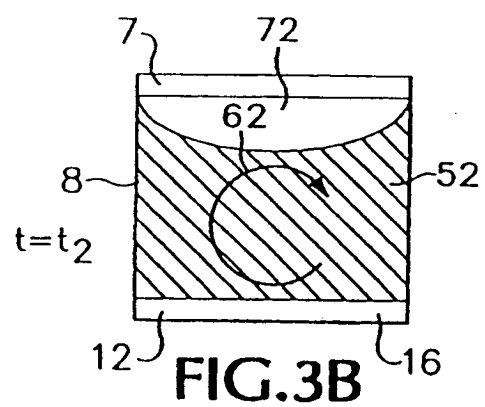
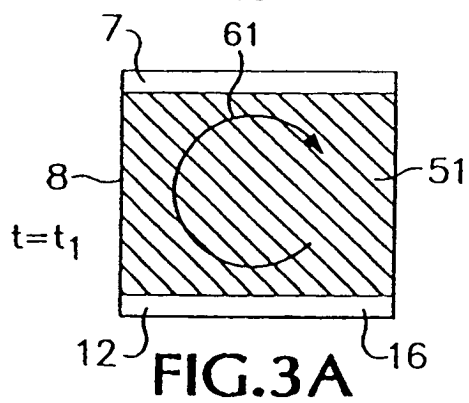
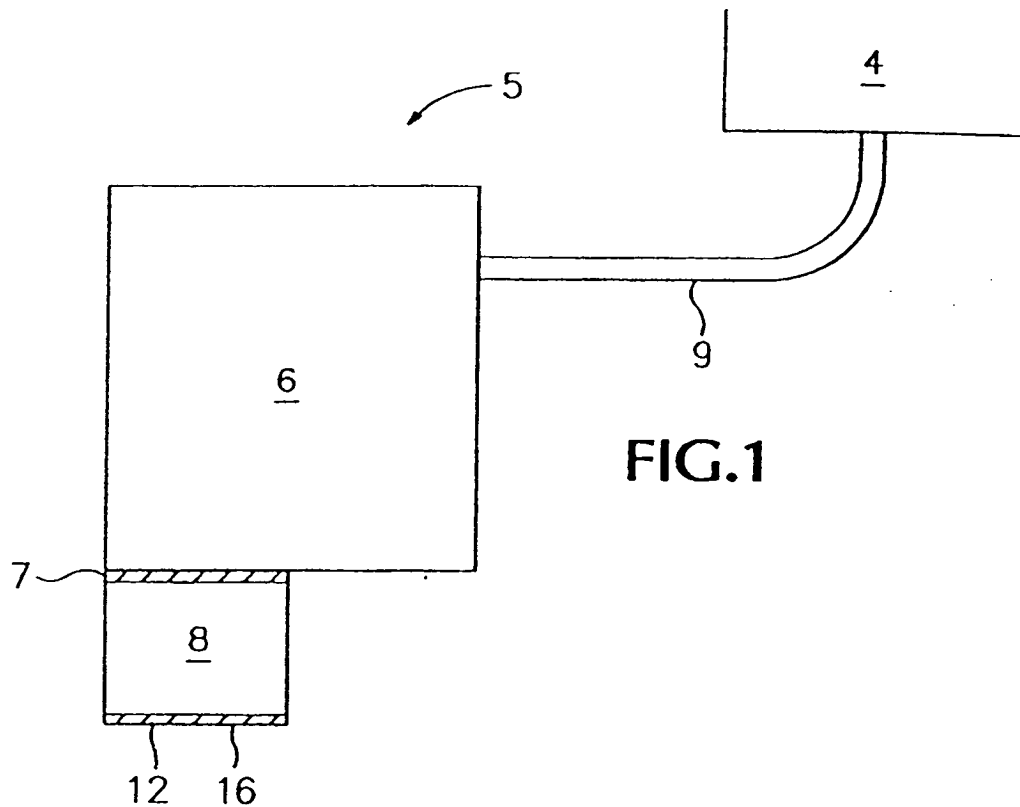
5. Das Verfahren gemäß Anspruch 1, bei dem die Warnung auf einem Medium angezeigt ist, das durch einen Nutzer gelesen werden kann.

6. Das Verfahren gemäß Anspruch 1, bei dem die Warnung auf einem Statusbedienfeld angezeigt ist, das auf dem thermischen Tintenstrahldrucker enthalten ist.

7. Das Verfahren gemäß Anspruch 1, das ferner folgenden Schritt umfaßt: falls der Bestimmungsschritt folgert, daß die Druckkassette nicht an oder in der Nähe des Endes ihrer nutzbaren Lebensdauer ist, Senden einer Informationsnachricht, daß ein Teil der nutzbaren Lebensdauer der Druckkassette übrig ist.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



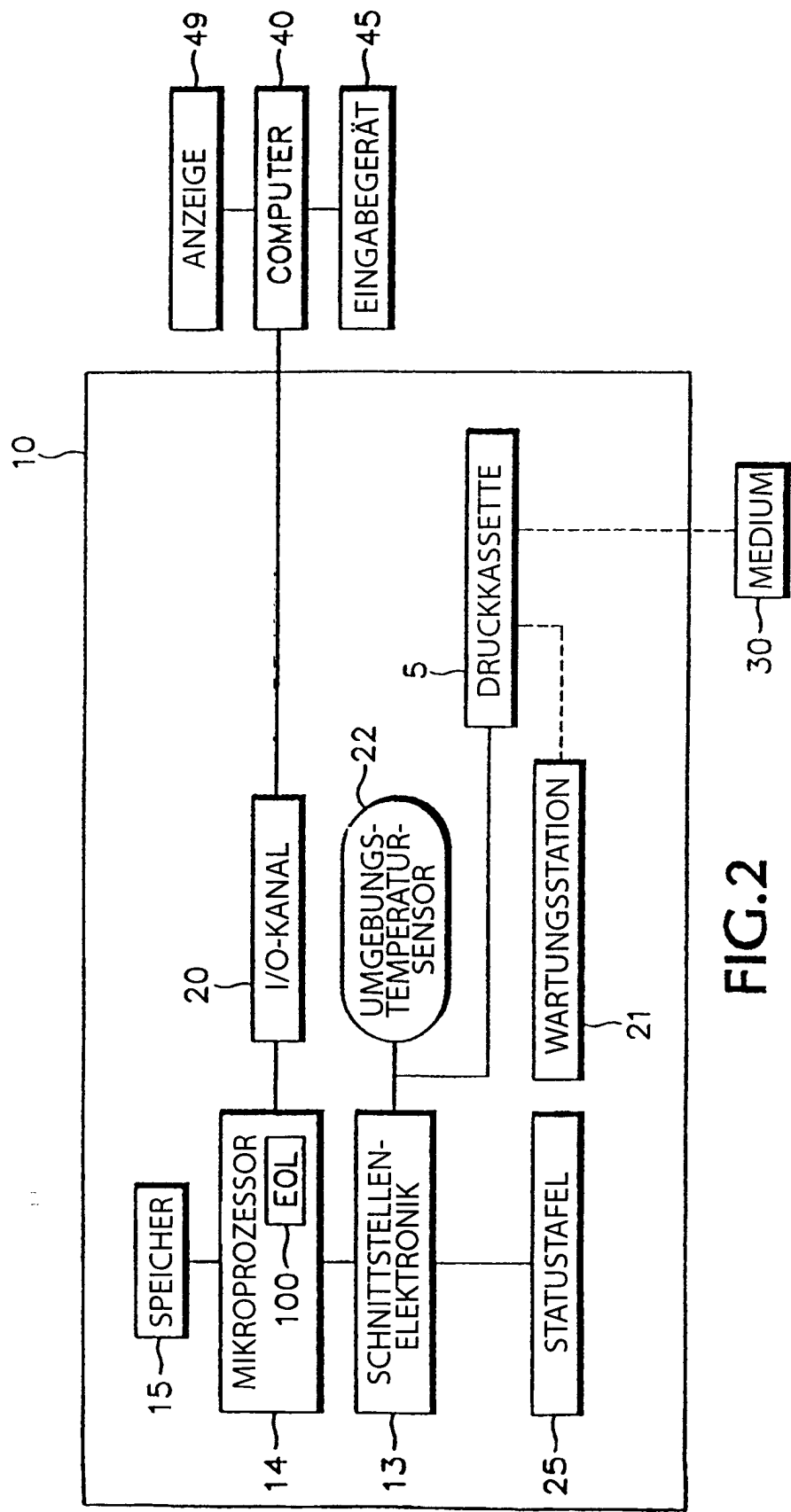


FIG. 2

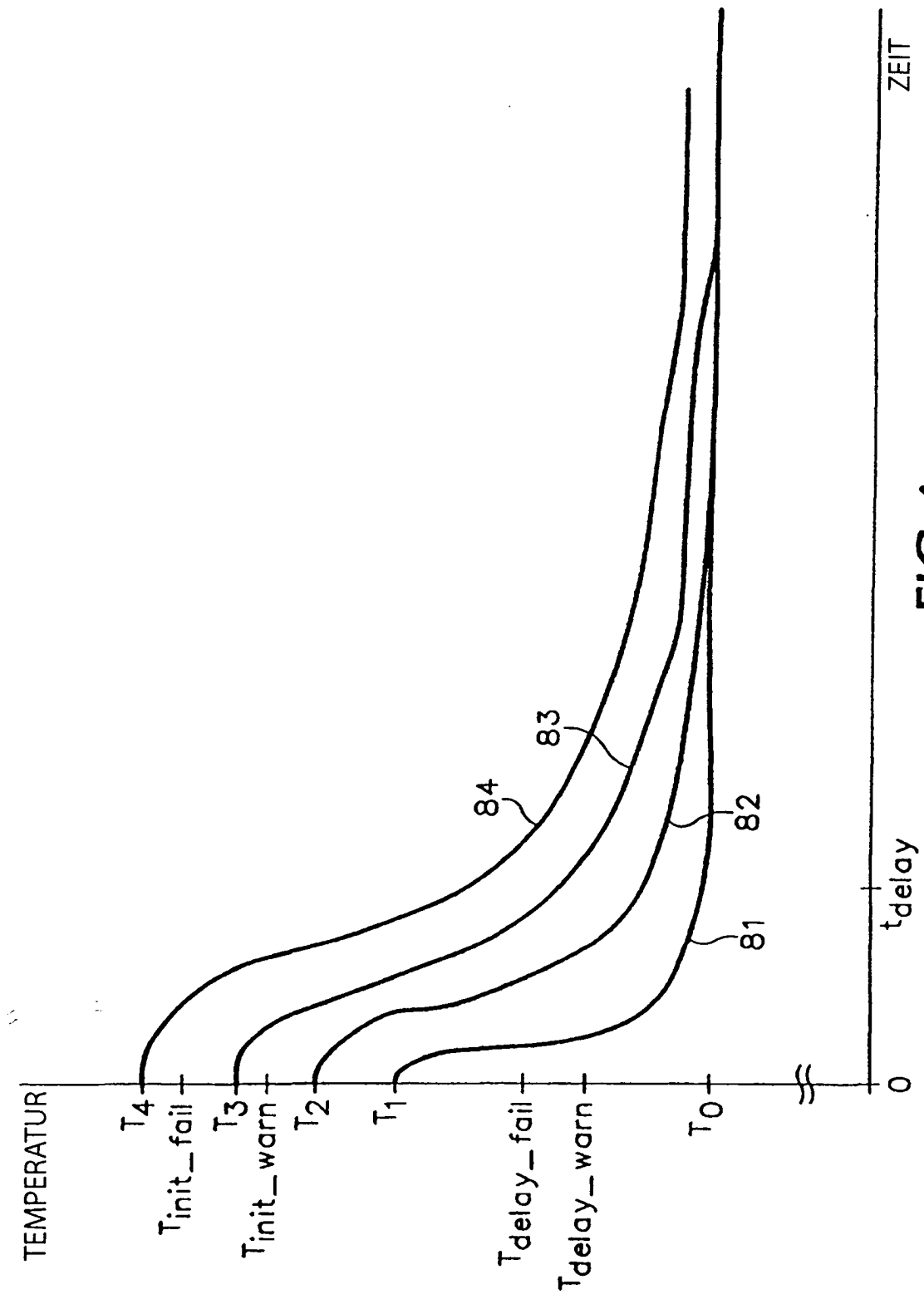


FIG.4

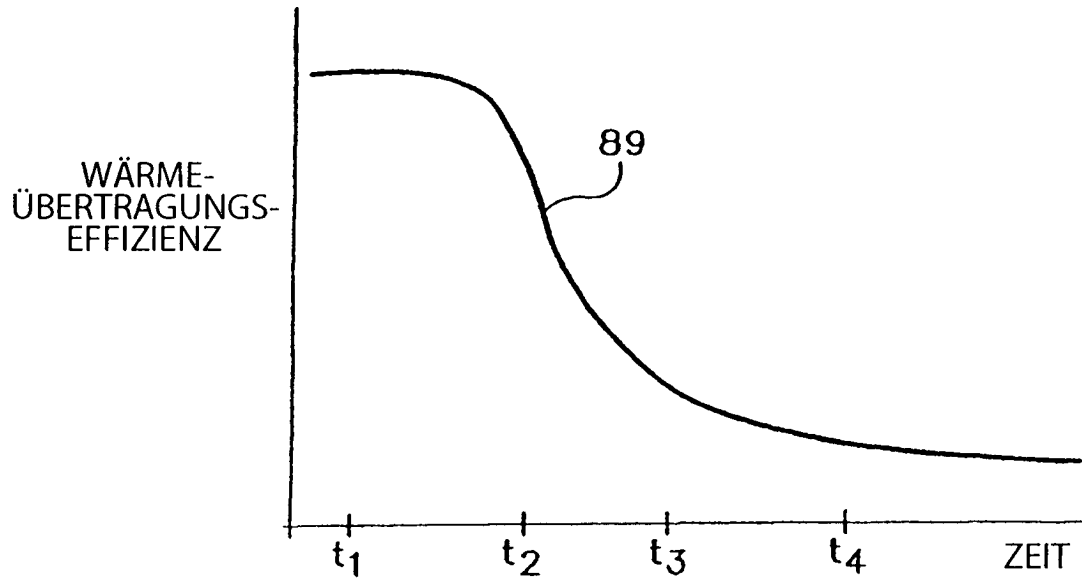


FIG.5

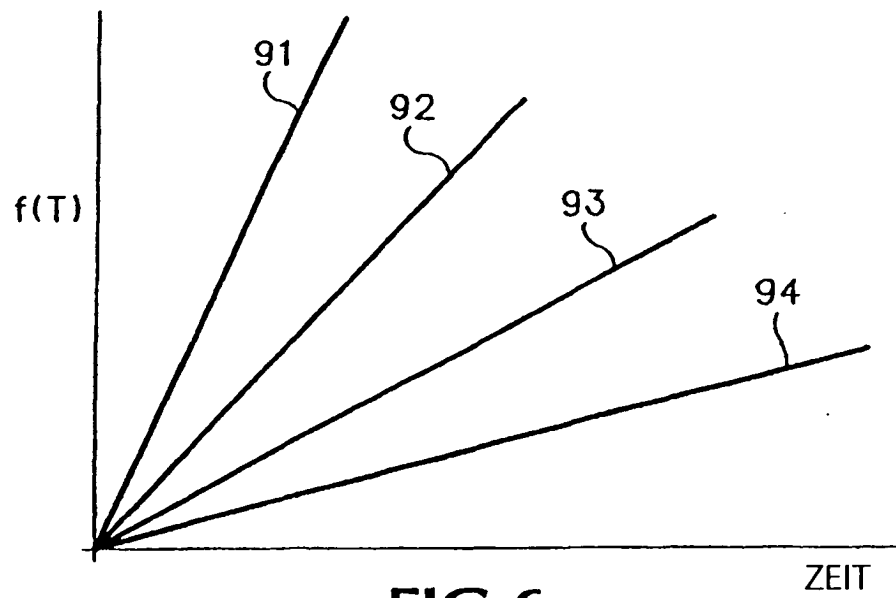


FIG.6

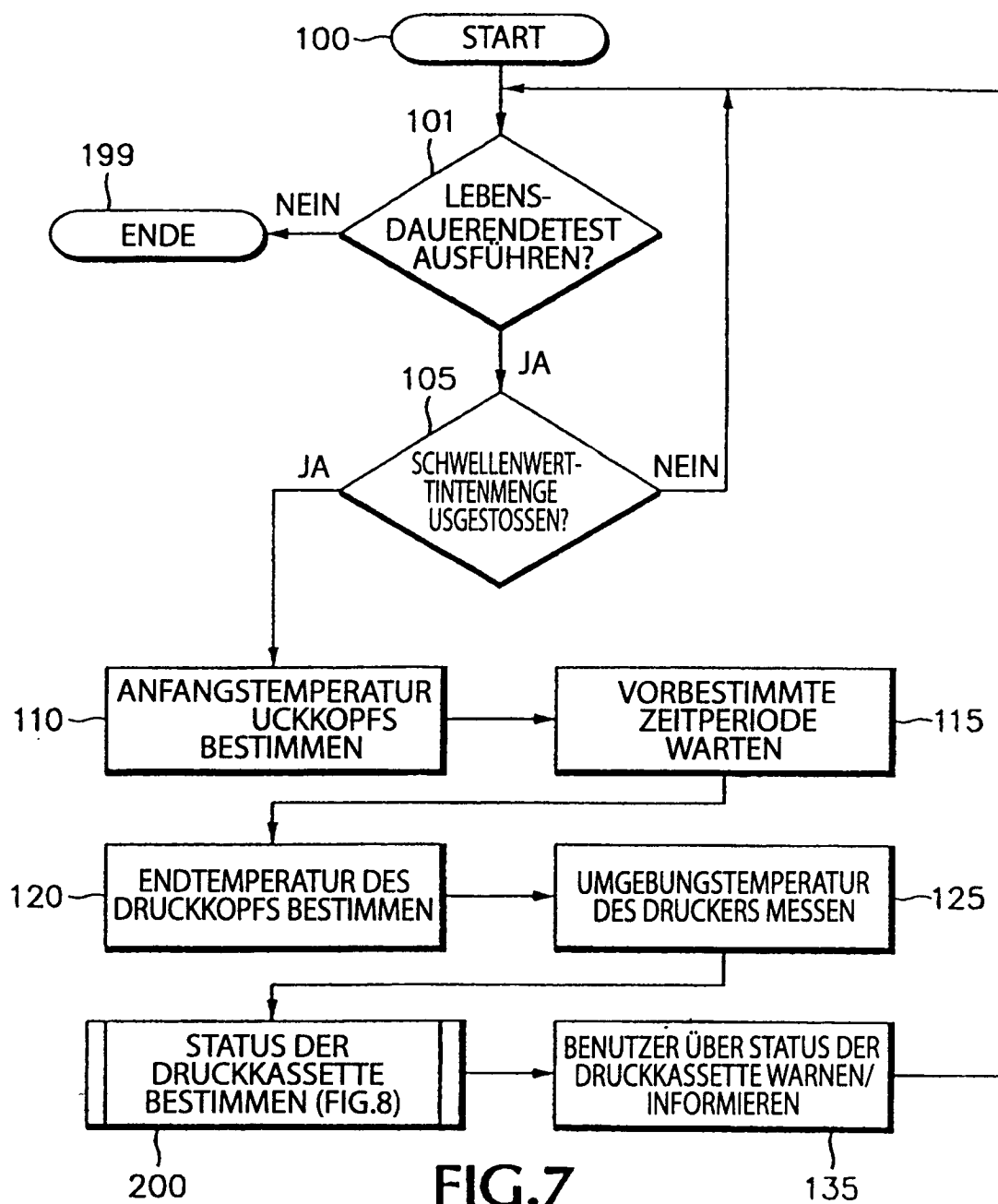


FIG.7

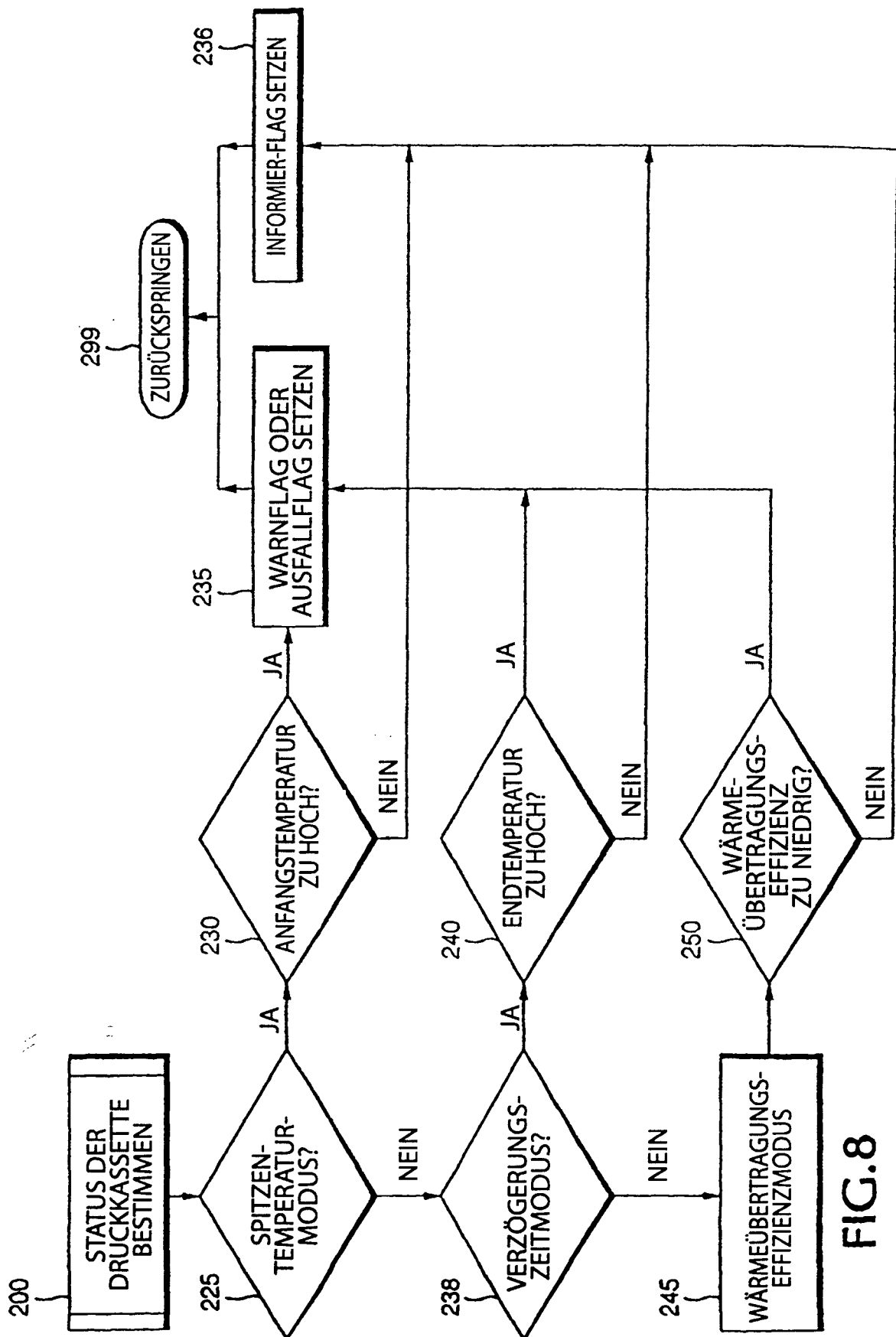


FIG.8